

DERWENT-ACC-NO: 1998-463231

DERWENT-WEEK: 199840

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Self lubricating aluminium group composite material for engine components in vehicle - has aluminium oxide and aluminium carbide particles with specific grain size along with boride particles of predefined grain size dispersed in aluminium of aluminium alloy matrix

PATENT-ASSIGNEE: YOSHIDA KOGYO KK[YOSI]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0356593 (December 27, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 10195567 A	July 28, 1998	N/A
006 C22C 021/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 10195567A	N/A	1996JP-0356593
December 27, 1996		

INT-CL (IPC): B22F001/00, C22C001/05 , C22C001/10 , C22C021/00 , C22C032/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10195567A

BASIC-ABSTRACT:

The material consists of a mixture of aluminium alloy and boric acid mixed by applying a mechanical alloy process in the presence of a support agent containing carbon content compound. A pressurised heat processing like hot extrusion, forging, rolling or continuous friction welding is performed after

compacting. When the aluminium or aluminium alloy powder is cut to 5mm or less and if the cutting oil has adhered, another supporting agent is not added while carrying out the mechanical alloying process. The aluminium oxide particle, aluminium carbide particle and a boride particle disperses in an aluminium or aluminium alloy matrix. The grain size of aluminium oxide and aluminium carbide particles are set to 100nm or less. The grain size of the boride particles is set to 1micrometer or less. The grain size of the matrix is set to 5micrometer or less.

USE - For manufacturing screws, rivets and various machine components.

ADVANTAGE - Provides high lubrication effect with strong bonding strength. Excels in antiwear quality and self lubricity. Prevents abrasion on mating material. Enables use as alternative material to some stainless steel building materials. Enables recycling of aluminium building materials.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

DERWENT-CLASS: L02 M22 P53

CPI-CODES: L02-F04; L02-H02; L02-J01B; M22-H03F;

----- KWIC -----

Basic Abstract Text - ABTX (1):

The material consists of a mixture of aluminium alloy and boric acid mixed by applying a mechanical alloy process in the presence of a support agent containing carbon content compound. A pressurised heat processing like hot extrusion, forging, rolling or continuous friction welding is performed after compacting. When the aluminium or aluminium alloy powder is cut to 5mm or less and if the cutting oil has adhered, another supporting agent is not added while carrying out the mechanical alloying process. The aluminium oxide

particle,
aluminium carbide particle and a boride particle disperses in an
aluminium or
aluminium alloy matrix. The grain size of aluminium oxide and
aluminium
carbide particles are set to 100nm or less. The grain size of the
boride
particles is set to 1micrometer or less. The grain size of the
matrix is set
to 5micrometer or less.

Basic Abstract Text - ABTX (2):

USE - For manufacturing screws, rivets and various machine
components.

Title - TIX (1):

Self lubricating aluminium group composite material for engine
components
in vehicle - has aluminium oxide and aluminium carbide particles with
specific
grain size along with boride particles of predefined grain size
dispersed in
aluminium of aluminium alloy matrix

Standard Title Terms - TTX (1):

SELF LUBRICATE ALUMINIUM GROUP COMPOSITE MATERIAL ENGINE
COMPONENT VEHICLE
ALUMINIUM OXIDE ALUMINIUM CARBIDE PARTICLE SPECIFIC GRAIN SIZE BORIDE
PARTICLE
PREDEFINED GRAIN SIZE DISPERSE ALUMINIUM ALUMINIUM ALLOY MATRIX

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-195567

(43)公開日 平成10年(1998) 7月28日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
C 2 2 C	21/00	C 2 2 C	21/00 E
B 2 2 F	1/00	B 2 2 F	1/00 E
C 2 2 C	1/05	C 2 2 C	1/05 C
	1/10		1/10 J
	32/00		32/00 Q
審査請求 未請求 請求項の数11 FD (全 6 頁)			

(21)出願番号 特願平8-356593

(22)出願日 平成8年(1996)12月27日

(71)出願人 000006828

ワイケイ株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72)発明者 館 弘樹

宮城県仙台市泉区天神沢1丁目28番5号

(74)代理人 弁理士 ▲吉▼田 繁喜

(54)【発明の名称】 自己潤滑性アルミニウム基複合材料及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 高強度、耐摩耗性、自己潤滑性等の特性に優れた自己潤滑性アルミニウム基複合材料及びその製造方法を安価に提供する。

【解決手段】 アルミニウム又はアルミニウム合金粉末とホウ酸との混合粉を、炭素含有化合物の助剤の存在下にメカニカルアロイング処理を施した後、加熱下加圧加工する、例えば圧粉成形後、熱間押出、鍛造、圧延又は連続摩擦圧接等の加工を行う。アルミニウム又はアルミニウム合金粉末が、切削油が付着している5mm以下の切削粉末の場合、他の助剤を添加することなくそのままメカニカルアロイング処理することができる。これにより、マトリックス中に、酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子が分散してなり、マトリックスの平均粒径が5μm以下、分散する酸化アルミニウム粒子及び炭化アルミニウム粒子の平均粒径が共に100nm以下、ホウ化物粒子の平均粒径が1μm以下の複合材料が得られる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウム又はアルミニウム合金マトリックス中に、酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子が分散してなり、マトリックスの平均粒径が $5\mu\text{m}$ 以下であり、分散する酸化アルミニウム粒子及び炭化アルミニウム粒子の平均粒径が共に 100nm 以下であり、ホウ化物粒子の平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする自己潤滑性アルミニウム基複合材料。

【請求項2】 分散する酸化アルミニウム粒子の体積率及び炭化アルミニウム粒子の体積率が共に5%未満であり、さらにホウ化物粒子の体積率が30%未満である請求項1に記載の複合材料。

【請求項3】 分散する酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子の各々の平均粒子間距離が $0.02\sim 1.5\mu\text{m}$ である請求項1又は2に記載の複合材料。

【請求項4】 分散する酸化アルミニウム粒子の体積率と炭化アルミニウム粒子の体積率の合計が0.5%より大きく、8%未満である請求項1乃至3のいずれか一項に記載の複合材料。

【請求項5】 ホウ化物粒子がホウ素とアルミニウムの化合物、ホウ素と酸素の化合物、及びホウ素とアルミニウムと酸素との化合物の少なくとも1種である請求項1乃至4のいずれか一項に記載の複合材料。

【請求項6】 アルミニウム又はアルミニウム合金粉末とホウ酸との混合粉を、炭素含有化合物の助剤の存在下にメカニカルアロイング処理を施した後、加熱下加圧加工することを特徴とするアルミニウム基複合材料の製造方法。

【請求項7】 前記助剤が有機溶剤又は切削油である請求項6に記載の方法。

【請求項8】 メカニカルアロイング処理によって得られた複合粉末を、大気中、真空中あるいは非酸化性雰囲気中で圧粉成形した後、熱間押出、鍛造、圧延又は連続摩擦圧接等の加工を行う請求項6又は7に記載の方法。

【請求項9】 前記アルミニウム又はアルミニウム合金粉末が 5mm 以下のサイズの切削粉末であり、かつ、前記助剤が該切削粉末に付着している切削油である請求項6乃至8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】 前記アルミニウム又はアルミニウム合金材料として、平均粒径 1mm 以下の均一な粒度分布を持つアルミニウム又はアルミニウム合金粉末を用いる請求項6乃至9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】 前記アルミニウム又はアルミニウム合金材料として、アルミニウム又はアルミニウム合金の 5mm 以下の粉末に予めメカニカルミリング処理を施し、適宜分級を行うことによって均一な粒度分布に調整したものをを用いる請求項6乃至10のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自己潤滑性アルミニウム基複合材料、さらに詳しくは、車両用のエンジン部品、ネジ、リベット類、その他機械部品等に好適に使用される高強度、耐摩耗性、自己潤滑性等の特性に優れたアルミニウム基複合材料及びその製造方法に関する。本発明はまた、メカニカルアロイング処理を利用することにより、その原材料として、構造材用複合材の原料として顧みられることのなかったホウ酸と、再溶解に不適な細かいアルミニウム又はアルミニウム合金の切削粉末を利用でき、良好なリサイクル材料として有用なアルミニウム基複合材料及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】粒子分散型の複合材料の特性を向上させるためには、もとより強化粒子がマトリックス中に均一に分散していることが重要である。従来、粒子分散型複合材料の製造においては、一般に鑄造法が用いられているが、ホウ化物粒子とアルミニウム溶湯とは比重が大きく異なるため、均一に分散させることが困難であるという欠点があった。

【0003】近年、メカニカルアロイングの技術を利用して合金を製造する方法が検討されており、その一つとして、予めメカニカルアロイングによりマトリックス粒子と強化粒子との間に強い結合を生じさせた複合粉を作製し、この複合粉を2次的材料として用いて通常の粉末冶金の技術に従って複合材料を製造することが検討されている（例えば、特開昭60-131943号、特開昭60-9837号）。しかしながら、一般に耐摩耗性複合材料を作製するために用いられるホウ化物は化学反応性に乏しい窒化ホウ素（BN）であり、メカニカルアロイングの物理的な混合分散の機能のみを利用するものでしかなく、化学的な固相反応の利用については無視されてきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記のような事情に鑑み、摩擦係数の低減と摩耗による材料自体の減量を低減させるのみならず、自己潤滑性分散粒子の効果により、非耐摩耗性材料である相手材の摩耗をも抑制する高強度、耐摩耗性、自己潤滑性等の特性に優れた自己潤滑性アルミニウム基複合材料及びその製造方法を提供することを目的とするものである。さらに本発明の目的は、メカニカルアロイング処理を利用して、アルミ建材の製造工程で多量に発生するアルミニウム又はアルミニウム合金の切削粉末をリサイクル使用でき、また構造材用複合材料の原料として顧みられることのなかったホウ酸を利用して、上記のような優れた特性を有するアルミニウム基複合材料を非常に安価に製造できる方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の一側面によれば、アルミニウム又はアルミニウム合金マトリックス中に、酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子が分散してなり、マトリックスの平均粒径が $5\mu\text{m}$ 以下であり、分散する酸化アルミニウム粒子及び炭化アルミニウム粒子の平均粒径が共に 100nm 以下であり、ホウ化物粒子の平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする自己潤滑性アルミニウム基複合材料が提供される。好適な態様においては、分散する酸化アルミニウム粒子の体積率及び炭化アルミニウム粒子の体積率が共に5%未満であり、さらにホウ化物粒子の体積率が30%未満であることが望ましく、さらに、分散する酸化アルミニウム粒子の体積率と炭化アルミニウム粒子の体積率の合計が0.5%より大きく、8%未満であることが望ましい。

【0006】さらに本発明によれば、前記のような自己潤滑性アルミニウム基複合材料を製造する方法も提供され、その方法は、アルミニウム又はアルミニウム合金粉末とホウ酸との混合粉を、炭素含有化合物の助剤の存在下にメカニカルアロイング処理を施した後、加熱下加工する、例えば圧粉成形後、熱間押出、鍛造、圧延又は連続摩擦圧接等の加工を行うことを特徴とする。上記炭素含有化合物の助剤としては、有機溶剤や切削油等を用いることができる。特に、前記アルミニウム又はアルミニウム合金粉末が、切削油が付着している 5mm 以下の切削粉末の場合、他の助剤を添加することなくそのままメカニカルアロイング処理することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明のアルミニウム基複合材料の製造方法は、アルミニウム又はアルミニウム合金粉末とホウ酸との混合粉に、必要に応じて助剤を予備混合した後、該粉末を所定条件の下でメカニカルアロイング処理し、複合粉末とする。次に、得られた複合粉末を、圧粉容器に充填、脱ガス後、又はそのまま、従来公知の熱間押出、鍛造、圧延等の加工を施して目的とするアルミニウム基複合材料を製造するものである。すなわち、本発明は、アルミニウム粉末合金の製造において、一般的なホウ化物として利用される窒化ホウ素、炭化ホウ素、酸化ホウ素、ホウ酸アルミニウムなどと異なり、ホウ酸をマトリックス粉末と共にメカニカルアロイング処理を行うことで、マトリックスとの間で化学変化が生じ、生成するホウ化物粒子のより均一な分散とマトリックスに対する強固な結合を得ることを特徴としている。

【0008】上記のように、本発明の方法によれば、アルミニウム又はアルミニウム合金のマトリックス粉末をホウ酸と共に炭素含有化合物の助剤の存在下にメカニカルアロイング処理を施すものであるため、上記マトリックス粉末が機械的に摩砕され、生成したより微細なアルミニウム粒子が大気中の酸素によって酸化されて酸化アルミニウム(Al_2O_3)粒子を生成すると共に、一部

は上記炭素含有化合物の炭素と化合して炭化アルミニウム(Al_4C_3)粒子を生成し、しかも、ホウ酸がマトリックスとin-situな化学反応(その場反応)を生じてホウ化物粒子($\text{Al}_8\text{B}_2\text{O}_{15}$ 、 B_2O_3 等のホウ素とアルミニウムの化合物、ホウ素と酸素の化合物、及びホウ素とアルミニウムと酸素との化合物)を生成し、かつ、他の生成粒子と共に、ホウ化物粒子が強固な結合力でマトリックス中に均一に分散する。

【0009】従って、前記のような複合粉末を、例えば圧粉成形後、熱間押出、鍛造、圧延、連続摩擦圧接(押出)等の加工を行うことにより、高強度、耐磨耗性、自己潤滑性等の特性に優れたアルミニウム基複合材料を得ることができる。また、複合させたホウ化物粒子の潤滑効果により、摩耗の際に複合材自身の摩耗のみならず、相手材の摩耗をも抑える自己潤滑性耐磨耗性複合材料を得ることができる。なお、炭素含有化合物の助剤は、前記のように炭化アルミニウム粒子生成のための炭素源として供されるほか、焼付き防止剤として機能し、メカニカルアロイング処理において良好な機械的摩砕作用を確保できる。

【0010】前記したように、本発明に係る自己潤滑性アルミニウム基複合材料は、アルミニウム又はアルミニウム合金粒子から成るマトリックスと、メカニカルアロイング処理の際に生成した酸化アルミニウム(Al_2O_3)粒子及び炭化アルミニウム(Al_4C_3)粒子から成る分散強化粒子に加えて、さらにメカニカルアロイング処理に先立ってマトリックス粉末に混合されたホウ酸から生成した前記のようなホウ化物粒子から成る分散強化粒子で構成されている。複合材料中のマトリックス粒子の平均粒径は $5\mu\text{m}$ 以下とする必要があり、より好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下である。

【0011】メカニカルアロイング工程で生成する酸化アルミニウム(Al_2O_3)粒子及び炭化アルミニウム(Al_4C_3)粒子はマトリックス中に均一に分散し、強化材の役目を果たす。これら生成する酸化アルミニウム粒子の体積率(材料全体の体積に対する比率)及び炭化アルミニウム粒子の体積率は共に5%未満であり、しかもその平均粒径は 100nm 以下、好ましくは 50nm 以下であることが望ましい。酸化アルミニウム粒子の体積率と炭化アルミニウム粒子の体積率が5%以上になると、過度の微細分散により、得られる複合材料の延性が低下してしまい、所期の特性が達成できなくなる。また、それらの平均粒径は細かい方が望ましく、 100nm を超えると強度上昇に効果が無くなる。さらに、酸化アルミニウム粒子の体積率と炭化アルミニウム粒子の体積率の合計は0.5%より大きく、8%未満の範囲内にあることが望ましい。0.5%以下では、得られる複合材料の強度が不十分となり、逆に8%以上では延性が低下する恐れがある。一方、複合材料中のホウ化物粒子の体積率は30%未満であることが望ましい。30%以上

になると、複合材料の脆化を招き、所期の機械的強度と弾性特性を得ることが困難となる。

【0012】前述したように、粒子分散型複合材料においては、マトリックス中に強化粒子が均一に分散していることが強度上昇にとって重要となる。本発明に係るアルミニウム基複合材料においては、アルミニウム又はアルミニウム合金マトリックス粒子中に前記したような平均粒径の酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子が前記した体積率で均一に分散されているが、これらの生成粒子の平均粒子間距離は0.02 10 ~1.5 μ mの範囲内にあることが望ましい。特に0.02~0.2 μ mの範囲が好ましい。この平均粒子間距離が0.02 μ m未満であると、得られる複合材料の延性の低下、脆化を招き、一方、1.5 μ mより大きくなると、逆に機械的強度の上昇が不十分となり、極端な場合は靱性が著しく低下してしまう。

【0013】前記したような複合材料中のマトリックス粒子や強化粒子の平均粒径、強化粒子の体積率や平均粒子間距離は、メカニカルアロイングの処理条件、特に処理時間によって適宜制御できる。以下、本発明のアルミ 20 ニウム基複合材料の製造方法について説明すると、まず、アルミニウム又はアルミニウム合金粉末とホウ酸の混合粉末に、必要に応じて助剤を予備混合した後、該粉末を所定条件の下でメカニカルアロイング処理し、複合粉末とする。次に、得られた複合粉末を、圧粉容器に充填、脱ガス後、又はそのまま、従来公知の熱間押出、鍛造、圧延等の加工を施して目的とするアルミニウム基複合材料を製造する。バッチ処理以外にも、連続摩擦圧接（押出）法により連続的にも製造可能である。上記製造工程において、脱ガスや圧粉工程等は大気中、真空中或 30 いは非酸化性雰囲気中に制御されるが、メカニカルアロイング処理においては雰囲気制御は必須ではなく、処理時間とアロイング条件を選択することにより、生成する酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子及びホウ化物粒子の粒径並びにそれらの体積率を制御することができる。

【0014】マトリックスの素材としては、アルミニウム、アルミニウム合金または急冷凝固アルミニウム合金 40 或いはそれらの混合物等が用いられる。これらの素材は予め各種アトマイズにより所望の粒径にされたアトマイズ粉であってもよく、またアルミ建材の製造工程で多量に発生する再溶解に不適な5mm以下のサイズの切削粉末であってもよい。マトリックス粉末の出発状態において、その平均粒径が過度に大きい場合、又は粒度分布が均一でない場合には、ホウ化物の高い潤滑性によってメカニカルアロイング処理の進行が阻害されるために、マトリックス中へのホウ化物粒子の均一分散が達成されず、また、たとえ達成されたとしても、極めて長時間のメカニカルアロイング処理時間を必要とする。そのため、マトリックスとするアルミニウム又はアルミニウム

合金粉末として、5mm以下の粉末を利用し、その粉末を予め単体としてメカニカルミリング処理を施すなどして、平均粒径1mm以下の均一な粒度分布を持つアルミニウム又はアルミニウム合金の粉末を用いることが必要である。

【0015】メカニカルアロイング処理の助剤としては、エタノール、ヘプタン、その他の各種有機溶剤が使用できる。特に本発明においては、水溶性の切削油が付着した切削粉末を用いることができる。このような切削粉末は、それに付着している切削油を助剤として活用でき、メカニカルアロイング工程において適量の焼付き防止剤として働くため、助剤の添加が不要であり、製造上極めて有利であり、複合材料を安価に製造できる。また、本発明の方法は、再溶解に不適な切削粉末を利用できるため、資源のリサイクル使用の観点からも有利である。なお、処理する混合粉に助剤を添加する場合の使用量は、メカニカルアロイング処理によって生成する炭化アルミニウム粒子の複合材料中の所望の体積率に応じて適宜設定することができる。所望の体積率に応じた助剤の使用量は、助剤中の炭素量から計算によって概略値を 求めることもでき、また予め予備実験によって求めておくこともできる。

【0016】

【実施例】以下、実施例を示して本発明について具体的に説明するが、本発明が下記実施例に限定されるものではないことはもとよりである。

【0017】実施例1~3

表1に示すアルミニウム切削チップとホウ酸をそれぞれ全体重量で1kgとなるよう秤量し、共にSUS304製の鋼球とミル用ボットを用いて回転式ボールミルによって大気雰囲気中で90rpm×48時間のメカニカルアロイング処理を施し、複合粉末を製造した。次に、製造された複合粉末を回収し、熱間押出機により500℃で圧粉成形を行い、続いて押出比10:1、押出温度500℃で熱間押出を行い、各種の複合材料を得た。

【表1】

試料番号	マトリックス	強化材	強化材体積率
実施例	1	6063	ホウ酸
	2	6063	ホウ酸
	3	6063	ホウ酸
比較例	1	Al-Fe-Cu	Si
	2	Al-Fe-Ni	Si
	3	6063	—

【0018】比較例1及び2

メカニカルアロイング処理は行わずに、市販のアルミ—シリコン系の耐摩耗性粉末合金を熱間押出機により40

0℃で圧粉成形を行い、続いて押出比10:1、押出温度400℃で熱間押出を行い、比較試料を作製した。

【0019】比較例3

ホウ酸を添加しない以外は実施例1〜3と同様にして比較試料を作製した。

*【0020】上記実施例1〜3及び比較例1〜3で作製された各材料の室温におけるそれぞれの引張強度、ヤング率、伸び及び硬度の測定結果を表2に示す。

【表2】

試料番号		引張強度 (MPa)	ヤング率 (GPa)	伸び (%)	ビッカース硬度 (HV)
実施例	1	427	71	11	132
	2	450	73	2	150
	3	515	75	1	162
比較例	1	549	102	3	152
	2	591	107	2	185
	3	346	69	17	104

表2から明らかなように、本発明の方法によって製造されたアルミニウム基複合材料は十分な機械的性質を示している。

【0021】また、上記実施例1〜3及び比較例1〜3で作製された各材料に対して摩擦摩耗試験を行った。試験は、各試験材料を直径7.98mm、長さ2.0mmのサイズの丸棒の形状に加工し、直径約5.0mm、厚さ5mmの相手材ディスク(S45C)と接触させ、荷重3.0kgf、速度1.25m/secの条件でピンオンディスク方式で行った。図1に一般炭素鋼(S45C)に対する摩耗特性の値を示す。図1から明らかなように、本発明のアルミ6063合金/ホウ酸複合材料では特に相手材の摩耗が少なく、自己潤滑性の効果が現れているが、ホウ酸を添加せずにメカニカルアロイング処理を行った比較例3の材料では、自己潤滑性が殆どないため相手材の摩耗が著しく多かった。

【0022】

【発明の効果】以上のように、本発明の方法によって得られるアルミニウム基複合材料は、微細な酸化アルミニウム粒子、炭化アルミニウム粒子、及び高い潤滑効果を有するホウ化物粒子をアルミニウム又はアルミニウム合金マトリックス中に強固な結合力で均一に分散させたものであり、高強度、耐摩耗性、自己潤滑性等の特性に優れ、摩擦係数の低減と摩耗による材料自体の減量を低減※

※させるのみならず、自己潤滑性分散粒子の効果により、非耐摩耗性材料である相手材の摩耗をも抑制するという

20 特有の効果を奏し、しかも安価に提供される。特に、アルミニウム建材の製造において生じる切削粉末をマトリックス材料として用いる場合、切削粉末に付着している切削油が適量の焼付き防止剤として働くので、該切削粉末をそのままメカニカルアロイング処理に用いることができる。その結果、アルミニウム基複合材料を低コストで製造できる。さらに、本発明による複合材料を、アルミニウム建材において現在使用されているアルミニウム又はアルミニウム合金以外の部品、例えばアルミサッシにおけるクレセント、ビス等のステンレス製部品の代替に用い、このような建材を完全アルミ化することにより、不用となったアルミニウム建材を解体する際、部品の取外しを行わずにそのまま再加工し、また発生する切削粉末は再び本発明に係るアルミニウム合金マトリックスとして再利用することもできる。従って、アルミニウム建材を有効にリサイクル使用できるという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】各実施例及び比較例で作製した材料を用いた摩擦摩耗試験によるピン及びディスクの比摩耗量(荷重3.0kg)を示すグラフである。

【図1】

